FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

CONCOURS

POUR

UNE CHAIRE DE CHIMIE ORGANIQUE ET DE PHARMACIE.

THÈSE

SUR LA QUESTION SUIVANTE:

DU SANG ET DES DIVERSES ALTÉRATIONS QU'IL ÉPROUVE DANS LES MALADIES.

Présentée et soutenue le mars 1838,

PAR A. BOUCHARDAT,

AGRÉGÉ EN EXERCICE.

PARIS.

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE RIGNOUX ET Ce,

IMPRIMEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

Rue des Francs-Bourgeois-Saint-Michel, 8.

1838.

0 1 2 3 4 5 (cm)

COMPOSITION DU JURY.

Membres de la Faculté de Médecine.

MM. ORFILA, PRÉSIDENT.
MARJOLIN.
BROUSSAIS.
CLOQUET.
BOUILLAUD.
PELLETAN.
RICHARD.
ADELON.
FOUQUIER, SUPPLÉANT.

Membres de l'Académie royale de Médecine.

MM. ROBIQUET.
CAVENTOU.
BOUTRON-CHARLARD.
MÉRAT.
DE LENS, SUPPLÉANT.

COMPÉTITEURS.

MM. BAUDRIMONT. — BUSSY. — DUMAS.

CONCOURS

POUR

UNE CHAIRE DE CHIMIE ORGANIQUE ET DE PHARMACIE.

QUESTION.

DU SANG ET DES DIVERSES ALTÉRATIONS QU'IL ÉPROUVE DANS LES MALADIES.

Le sang est le centre de la vie végétative; l'examen des diverses altérations qu'il peut éprouver dans les maladies est une question pleine d'intérêt et d'actualité. Jamais on n'a été plus convaincu qu'à notre époque de l'importance de l'étude des altérations des liquides; aussi ne se passe-t-il guère de mois que des faits nouveaux ne viennent s'ajouter aux faits déjà connus : c'est surtout vers l'étude du sang que tous les efforts semblent se concentrer. Réunir, comparer et apprécier de temps à autre toutes ces découvertes, c'est une tâche dont l'utilité est généralement sentie; aussi, depuis quelques années, on a publié en France, sur le sang, plusieurs monographies autant remarquables par la critique éclairée qui a présidé à leur rédaction, que par les faits nouveaux qu'elles contiennent (Denis, *Recherches expérimentales sur le sang humain;* F. Boudet, *Essai critique et expérimental sur le sang*). Le sixième volume de la traduction de la *Physiologie* de Burdach, peut être considéré comme une monographie complète du sang, et enfin M. Le

Canu vient de publier un ouvrage ayant pour titre : *Études chimiques sur le sang humain*. Ce travail important a paru à la fin de 1837. Les faits observés depuis sont trop peu nombreux pour rendre nécessaire la rédaction d'une monographie nouvelle, j'aborderai seulement les points de l'histoire du sang qui me paraîtront le plus susceptibles d'être éclairés par la discussion.

ÉLÉMENTS qui ont été indiqués dans le sang : Oxygène libre et combiné. — Azote libre et combiné. — Carbone. — Hydrogène. — Chlore. — Phosphore. — Soufre. — Manganèse ? — Cuivre. — Fer. — Sodium. — Potassium. — Calcium. — Magnesium. — Aluminium ? — Silicium ?

Les dernières expériences de M. Magnus paraissent avoir nettement démontré l'existence de l'oxygène et de l'azote à l'état de liberté dans le sang. Le soufre et le phosphore y existent à l'état de composés organiques et inorganiques. La présence du manganèse n'a été admise que par M. Denis, et elle paraît fort douteuse. Le cuivre a été trouvé dans le sang par M. Sarzeau ; il n'y existe qu'en proportion extrêmement faible. Les expériences qui l'ont démontré, ont été faites dans le laboratoire de M. Vauquelin à l'époque où j'y travaillais.

COMPOSÉS INORGANIQUES qui ont été indiqués dans le sang : Eau. — Acide carbonique. — Chlorure de sodium. — Chlorure de potassium. — Hydrochlorate d'ammoniaque. — Sulfate de potasse. — Carbonates de soude, de chaux, de magnésie. — Phosphates de soude, de chaux, de magnésie.

Fourcroy et Vauquelin avaient encore indiqué la présence du phosphate de fer, et Proust celle de l'hydrosulfate d'ammoniaque. Ce dernier sel a été retrouvé il y a quelque temps dans le sang des typhoïdes par M. Bonnet ; mais c'est évidemment un produit d'altération : il en est de même, je pense, de l'hydrochlorate d'ammoniaque.

La présence de l'acide carbonique libre dans le sang est un fait qui a été longtemps controversé. Les expériences de Gmelin, Tiedemann et Mitscherlich, semblaient avoir démontré qu'il ne s'y rencontrait

point à l'état de liberté ; mais celles plus récentes de Magnus n'ont laissé aucun doute à cet égard ; le sang contient de l'acide carbonique libre.

Ce fait étant admis, il en découle plusieurs propositions importantes ; la première, c'est que le sang est acide : cette opinion a surtout été développée par Hermann ; la seconde, c'est que les carbonates de soude, de chaux et de magnésie n'entrent pas dans le sang à l'état de sous-carbonates, comme le dit encore M. Le Canu, mais bien à l'état de bi-carbonates.

Le sang contient plusieurs sels dont l'acide est organique, des lactate, albuminate, oléate, margarate de soude, une combinaison d'un acide volatil non déterminé. Proust a encore cité des acétate et benzoate de soude; mais depuis lui, on n'a point constaté la présence de ces sels dans le sang.

PRINCIPES IMMÉDIATS dont l'existence a été signalée dans le sang, albumine, — fibrine, — hématosine, — gélatine, — urée, — tomelline, — cruorine, — érythrogène, — principes de la bile, — matière colorante jaune, — acides oléique, — margarique, — cholestérine, — séroline, — graisses phosphorées analogues à celles du cerveau, — matières extractives.

La tomelline de Deyeux et Parmentier, la cruorine de M. Denis, sont des principes mal définis; il en est de même des matières extractives solubles dans l'alcool et dans l'eau, des matières extractives solubles dans l'eau seulement : c'est là où se trouve particulièrement la partie vague de l'histoire chimique du sang. Quant à l'érythrogène de M. Bizio, c'est évidemment un produit d'altération.

Les principes de la *bile* étaient jusqu'ici trop mal caractérisés pour qu'on pût espérer les isoler avec quelque certitude du sang normal, et il serait possible que les uns fussent contenus dans le sang artériel, les autres, au contraire, dans le sang de la veine porte. On a trouvé dans le sang artériel de la cholestérine, des acides oléique et margarique. Ces mêmes principes se rencontrent dans la bile. Il est aussi

indubitable que la matière colorante particulière de la bile se trouve souvent dans le sang en proportion très-notable.

Matières grasses phosphorées analogues à celles du cerveau. L'existence de ces matières dans le sang est un fait généralement admis; mais nos connaissances à cet égard sont encore assez bornées, en effet, c'est seulement depuis le mémoire de Couerbe que nous savons nettement distinguer et séparer les matières phosphorées du cerveau, et aucun travail n'a été entrepris dans le but d'isoler ces matières du sang : j'y regarde leur existence comme extrêmement probable; pour la graisse phosphorée rouge de M. Denis, ce n'est qu'un mélange de diverses substances.

Séroline de M. Boudet. Cette matière n'a encore été trouvée que dans le sang; elle se rapproche, sous certains rapports, de la cholestérine, mais elle s'en distingue essentiellement par son point de fusion à + 36°, et par l'ammoniaque qu'elle donne à la distillation.

Urée. La découverte de MM. Dumas et Prévost, que l'on peut enlever les reins à un animal sans le tuer, et qu'on trouve alors de l'urée au bout de quelques jours dans son sang, a été confirmée par MM. Gmelin et Tiedmann; suivant M. Oschanghnessy, le sang de certains cholériques, dont la sécrétion de l'urine avait cessé d'une manière très-marquée pendant quelques jours contenait de l'urée, et selon Christison, l'urée se rencontre encore quelquefois dans les cas d'hydropisie avec albuminurie. M. Martin Solon n'a pu en constater la présence dans deux cas d'albuminurie.

Gélatine. L'existence de la gélatine dans le sang avait été admise par plusieurs chimistes, et entre autres par Fourcroy; mais les expériences de Berzélius, Brande, Bostock, Marcet, ont prouvé qu'on avait confondu avec cette substance une combinaison d'albumine et de soude qu'on en distingue aisément au moyen de la pile. Il est certain que Fourcroy s'était trompé, mais il ne m'est pas également prouvé que le principe qui, sous l'influence de l'eau se convertit en gélatine n'existe pas dans le sang, au moins sous certaines conditions; voici sur quoi je me fonde : j'ai recueilli la couenne qui s'était formée sur le sang de

malades atteints de rhumatisme articulaire aigu. J'ai épuisé complétement cette couenne par un lavage et une macération soutenue de tous les principes solubles dans l'eau, j'ai ensuite fait bouillir cette couenne avec de l'eau, et le produit de la décoction s'est pris par le refroidissement en une gelée tremblante offrant tous les caractères d'une gelée d'icthyocolle.

L'hématosine, la fibrine et l'albumine constituent les principes organiques les plus importants du sang; mais leur histoire chimique est encore entourée de bien des obscurités. L'analyse élémentaire ne nous a que peu ou pas éclairés sur leur vraie constitution : ce sont les principes immédiats les plus élevés dans l'échelle de l'organisation, et nous ne pouvons encore nous rendre compte des lois qui président à l'organisation de ces principes que la vie a formés et animés.

L'*hématosine* nous est-elle connue à l'état de pureté? Tout ce que nous pouvons dire à cet égard, c'est que les expériences de M. Le Canu ont parfaitement démontré que la matière colorante obtenue par les procédés de Berzélius, Vauquelin, Brande, Engelhart, Denis, Sanson et Le Canu (1er travail), sont ou des produits d'altérations, ou des mélanges de plusieurs principes. L'hématosine obtenue par le procédé qu'il a décrit en dernier lieu, est-elle un principe immédiat bien pur? C'est ce que nous ne pouvons affirmer avec autant de certitude, car l'analyse de ce corps n'a point été faite, et il ne présente aucun des caractères qui déterminent un principe immédiat nettement défini. Il est indubitable que l'hématosine, telle qu'elle est préparée par M. Le Canu, est une matière qui diffère, par des propriétés essentielles, de la matière colorante telle qu'elle se trouve naturellement dans le sang. Il est cependant un fait qui est définitivement acquis à la science : c'est la présence du fer en proportion constante et très-considérable dans la matière colorante du sang. M. Le Canu, qui a levé tous les doutes à cet égard, a démontré que cent parties d'hématosine donnent, par la calcination, dix parties de peroxyde de fer, et ces proportions se retrouvent dans le sang d'individus différents.

Sous quel état le fer se rencontre-t-il dans l'hématosine? On ne peut

former à cet égard que des conjectures; la plus probable est celle de Berzélius, qui admet que le fer s'y trouve à l'état métallique, qu'il constitue un de ses éléments, de même que le phosphore, aussi bien que l'oxygène, que l'hydrogène, que le carbone, constituent un des éléments de la matière grasse du cerveau.

La *fibrine* et l'*albumine*, à l'état concret, présentent tant de propriétés semblables, que plusieurs chimistes les regardent comme des substances identiques. Toutes les propriétés différentielles qui ont été successivement indiquées, lorsqu'on en est arrivé à un examen comparatif bien exact, se sont successivement évanouies. L'action décomposante de l'eau oxygénée sur la fibrine, ne tient qu'à une propriété physique qui n'est pas liée avec sa constitution intime. M. Berzélius prétend qu'on ne pourrait pas citer une seule des propriétés de la fibrine qui ne s'applique aussi exactement à l'albumine, sans même en excepter celle indiquée pour la première fois par MM. Caventou et Bourdois, de se dissoudre avec une belle couleur bleue dans l'acide hydrochlorique concentré; d'être ensuite précipitée à l'état incolore par l'eau, tandis que la liqueur reste bleue; et il ajoute qu'il serait difficile de concevoir cette similitude si parfaite dans la manière de se comporter, autrement qu'en admettant que les deux substances n'en constituent qu'une seule et même sous le point de vue chimique, et ne diffèrent l'une de l'autre que par quelque circonstance accessoire peu importante, mais encore inconnue. Cette idée, qui du reste avait déjà été émise par M. Chevreul et par plusieurs autres chimistes, a été, dans ces derniers temps, complétement adoptée par M. Denis. On trouve, dans le dernier numéro des *Archives*, un résumé des nouvelles expériences de ce médecin. Voici celles qui ont rapport à la question qui nous occupe.

Si on fait macérer de la fibrine dans de l'eau contenant du nitrate de potasse, elle se dissoudra; le nouveau produit ressemblera au sérum, au blanc d'œuf; il se coagulera à 74°, l'alcool le réduira en une masse caillebotée; mais si on étend cette solution saline de fibrine par une masse d'eau assez considérable, peu à peu la fibrine reparaîtra

avec ses propriétés primitives. Si l'on additionne faiblement la solution saline de fibrine avec de la soude, alors elle est permanente; elle ne dépose plus quand on l'étend dans l'eau, et ne donne dans ce cas qu'un léger nuage. Si on met ensemble des sels imités de ceux du sang, sans employer de sels gras et de sels à base de chaux et de magnésie: si on y ajoute du carbonate de soude à peu près en quantité telle qu'en contient le sang; si on dissout le tout dans l'eau, on peut avec ce liquide et de la fibrine constituer du sérum artificiel qui, convenablement neutralisé par un acide étendu, se trouble légèrement, puis précipite; c'est de la fibrine qui reparaît, qu'on peut redissoudre immédiatement, soit avec une simple solution de sel neutre, soit avec de l'acide acétique. Le sérum naturel se conduit d'une manière semblable. De ces faits, M. Denis tire la conclusion que le sérum est une dissolution saline de fibrine, et que la fibrine et l'albumine sont des substances identiques.

Mon avis est que c'est se hâter un peu trop de trancher la question. En effet, on sait depuis longtemps que plusieurs sels jouissent de la propriété d'empêcher la séparation de la fibrine, et malgré cela on n'en avait pas moins admis l'existence de ce principe. La séparation de la fibrine du sang normal en proportion pour ainsi dire constante, milite singulièrement en faveur de son existence distincte. Si on reçoit du sang dans de l'eau sucrée, les globules se précipitent et la fibrine se réunit avec ses caractères distinctifs. Mulder a dernièrement exécuté de très-nombreuses analyses qui montrent que la composition élémentaire de la fibrine diffère d'une manière assez notable de celle de l'albumine; il a confirmé pour ce fait les analyses antérieures de M. Gay-Lussac et Thénard, de Michaëlis, de Prout; mais si l'on vient à comparer entre elles les analyses de ces divers savants, on verra qu'elles présentent des discordances assez grandes, qui font penser que Mulder, au lieu de multiplier ses analyses d'une manière stérile peut-être, eût servi plus utilement la science, en exécutant sur la fibrine et l'albumine des expériences comparatives ,en cherchant à les

isoler complétement des matières étrangères qui les accompagnent si obstinément. Il est cependant un caractère différentiel sur lequel il insiste, et que je dois relater. La fibrine desséchée à 130° et traitée par l'acide nitrique concentré, se gonfle, devient transparente, se dissout dans cet acide et dans l'eau, à l'aide de la chaleur. L'albumine dans les mêmes circonstances ne produit plus les mêmes résultats.

M. Letellier, dans un travail récent, admet qu'il existe deux variétés de fibrine, l'une en masses filamenteuses, formées de globules à peine perceptibles, l'autre en gros globules isolés les uns des autres.

Mode d'arrangement des principes du sang. Le microscope nous montre que le sang est composé d'un liquide au milieu duquel nagent des globules. Ces corps ont été étudiés par un très-grand nombre de naturalistes, qui sont cités nominativement dans la thèse de M. Le Canu. Ces globules sont généralement considérés comme offrant des formes et des dimensions différentes dans les différentes espèces animales, semblables dans les mêmes espèces. Cependant si l'on compare les mesures des globules de l'homme, données par divers micrographes, on voit qu'elles diffèrent beaucoup entre elles.

On a beaucoup discuté sur la nature des globules, et il s'en faut que l'on soit bien d'accord à ce sujet. D'après M. Denis, ils ne seraient autres que l'hématosine elle-même. D'après M. Raspail, ils se composeraient essentiellement d'albumine dans un état particulier. D'après M. Éverard Home, ils seraient formés d'un sphéroïde central, que l'hématosine, dans l'état de vie, envelopperait sous forme de vessie membraneuse.

M. Le Canu admet que les globules renferment au moins trois substances de l'hématosine, de l'albumine, de la fibrine. Ce sont, d'après lui, des sphéroïdes formés extérieurement d'une pellicule fibrineuse, remplie intérieurement d'albumine et d'hématosine. Mais il est bien difficile d'isoler complétement les globules pour les soumettre à l'analyse, et on peut se demander si ce dépôt qui s'est formé dans le mélange de sang, et d'une dissolution de sulfate de soude, consiste

uniquement en globules. On ne peut admettre au reste avec M. Le Canu, que toute la fibrine du sang se trouve dans les globules, car, comme l'a observé M. Donné, il n'a point réfuté les observations assez multipliées qui avaient établi l'existence de la fibrine dans le sérum, et entre autres l'expérience si précise de Mulder, sur laquelle il revient cependant plusieurs fois dans son excellente dissertation. Voici cette expérience : on ampute la cuisse à une grenouille, on fait tomber son sang sur un filtre mouillé et on le mêle avec une quantité égale d'eau pure, ou mieux d'eau sucrée; il passe un liquide clair, dans lequel il se forme bientôt un coagulum de fibrine, qui ne tarde pas à se condenser et à devenir blanc. Les globules restent sur le filtre sans changer de nature, et ne se dissolvent pas, si c'est de l'eau sucrée qu'on a mêlée avec le sang. Il est clair, d'après cela, que l'existence de la fibrine est indépendante de celle des globules.

La manière, dont M. Le Canu considérait les globules, différait à peine de celle qu'avait primitivement émise M. Donné; mais cet habile micographe admet depuis que les globules rouges du sang, au lieu d'être constitués par une trame celluleuse, peuvent être regardés comme de petites outres, formées d'une membrane analogue à la fibrine et remplies d'hématosine et d'un liquide albumineux, remplaçant chez les mammifères le noyau solide existant dans le sang des trois autres classes; mais de ce qu'il entre de la fibrine dans la composition des globules, il ne s'ensuit pas que toute la fibrine du sang leur appartienne.

Dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences, le mois de janvier dernier, M. Donné insiste sur la nécessité d'observer le sang immédiatement après sa sortie des vaisseaux, afin de pouvoir se faire une juste idée de la constitution des globules; c'est ainsi qu'il a reconnu : qu'il existe dans le sang trois espèces de particules solides, appréciables au microscope, ainsi que l'ont remarqué plusieurs observateurs : ce sont les globules sanguins proprement dits, rouges, circulaires aplatis, et offrant un point obscur à leur centre, les petits globules attribués au chyle et les globules blancs, sphériques, légèrement chagri-

nés, un peu plus gros que les rouges et sans apparence de noyau central; ces derniers globules existent en plus grande quantité qu'on ne l'avait dit jusqu'à présent, et la propriété qu'ils ont d'adhérer au verre et d'être insolubles dans l'eau, permet de les séparer des globules rouges pour l'observation microscopique. Ces globules blancs sont sphériques dans les animaux qui ont les globules rouges circulaires, et elliptiques chez ceux dont les globules sanguins proprement dits ont cette forme.

ANALYSE DU SANG. — Le sang abandonné à lui-même au sortir d'une veine ou d'une artère, se partage en deux couches distinctes : l'une d'elles est liquide, plus ou moins transparente, on l'appelle *sérum;* l'autre est solide, d'un beau rouge, on l'appelle *caillot.* Les proportions de ces deux parties sont extrêmement variables, suivant une foule de circonstances secondaires; aussi les nombres donnés par différents observateurs sont-ils extrêmement discordants. Les chimistes ont depuis longtemps mis à profit ce départ naturel du sang pour analyser séparément le sérum et le caillot; mais comme cette séparation est très-variable, les résultats qu'on obtient ne doivent rien avoir de fixe. Hermann a montré que le sérum possède la propriété de rougir la teinture de tournesol qui y est mêlée, et de bleuir du papier de tournesol rougi.

Il est une question que nous devons maintenant chercher à résoudre, et dont la solution est de la plus grande importance : comment doit-on s'y prendre pour examiner le sang à l'état normal et à l'état pathologique? Il faut que les moyens d'exploration, pour qu'ils deviennent pratiques et pour qu'ils fournissent de bons et solides résultats, soient à la fois exacts et d'une exécution facile, car c'est moins une analyse détaillée et complète, que peu d'observateurs savent exécuter, qui peut nous donner des résultats applicables à la médecine, que des modes d'exploration simples et à la portée de tous les observateurs.

Le microscope a déjà fourni à l'histoire du sang trop de matériaux pour que ce mode d'examen ne soit pas généralement adopté; nous

verrons plus bas qu'il a, dans plusieurs maladies, offert à M. Donné des particularités très-remarquables.

Les chimistes qui se sont occupés de l'analyse du sang, ont attaché une grande importance à l'estimation quantitative proportionnelle du sérum et de globules, mais il s'en faut beaucoup que les méthodes employées pour arriver à cette détermination soient à l'abri de tout reproche.

Le procédé indiqué par MM. Prévost et Dumas, et adopté par M. Le Canu, a l'avantage d'être d'une grande simplicité et d'une exécution facile; il consiste essentiellement à déterminer la différence entre le poids du résidu provenant de la dessiccation d'une quantité donnée de caillot, et le poids du résidu provenant de la dessiccation d'une quantité également donnée de sérum appartenant au même sang. Cette méthode a dejà été critiquée par plusieurs observateurs : on a montré que ce qui était appelé quantité des globules, doit être nommé la somme des globules et de la fibrine auparavant dissoute. En admettant que l'eau du caillot appartient tout entière au sérum interposé, on exagère la quantité des matières fixes du sérum, car les globules ne sont pas dans le sang à l'état anhydre, et on ne sait pas si le liquide qui les pénètre est analogue au sérum. Quoi qu'il en soit, en exécutant les corrections provenant de la fibrine libre, les données obtenues par cette méthode chez les animaux et chez l'homme sain, conservent toute leur valeur; mais quand on examine le sang dans les maladies, elle ne peut recevoir une application utile et générale.

Le procédé de M. Denis est plus compliqué et ne peut fournir d'une manière rigoureuse le rapport des globules au sérum, en additionnant, comme l'a fait M. Le Canu, l'hématosine, la fibrine et le fer, trouvés par M. Denis; car ce procédé pèche par la base. En effet, il traite par l'eau le caillot séparé du sérum jusqu'à ce qu'il soit décoloré; il chauffe la liqueur à 70", il recueille le précipité formé, il le sèche et le pèse, et obtient ainsi le poids de l'hématosine; mais toute la difficulté est encore de séparer d'une manière uniforme et comparable le sérum du caillot. On doit conclure de là que les résultats observés par les pro-

cédés de MM. Prévost et Dumas, et par celui de M. Denis, ne sont pas comparables, et que les quantités relatives d'albumine et d'hématosine consignées dans les analyses de ce dernier, ne sont point rigoureuses; car le caillot a pu retenir des quantités variables d'albumine qui sont venues se confondre avec son hématosine.

Il ressortira j'espère de cette discussion, que la science ne possède pas de moyen exact de déterminer les proportions relatives du sérum et des globules; peut-être est-il permis d'espérer qu'on arrivera à ce but en recevant, comme on l'a déjà tenté, le sang au sortir de la veine dans des liquides différents, à des températures variables. On pourra employer l'eau chargée de proportions variables de sucre, de sels divers, etc.

Avant que l'expérience ait prononcé sur la valeur relative de ces divers moyens, voici, selon moi, comme un médecin doit s'y prendre pour obtenir facilement des caractères de quelques valeurs de l'examen du sang : 1° l'observer au microscope au sortir de la veine; 2° déterminer la proportion relative de fibrine dans une quantité donnée de sang en le fouettant vivement; 3° faire dessécher au bain-marie un poids connu du même sang, et peser le résidu. J'ai fait disposer à l'Hôtel-Dieu un appareil très-commode pour effectuer ces évaporations. Les grandes bassines, où l'on est forcé de maintenir pour le service de l'eau toujours bouillante, sont munies de couvercles à rebord remplis de sable, où l'on dispose les capsules. Ce bain de sable, dont la température n'est jamais supérieure à 100°, est recouvert d'un cercle métallique muni de toile, pour empêcher le mélange des particules étrangères; les évaporations s'effectuent ainsi avec la plus grande facilité. Le sang desséché peut être épuisé successivement par l'éther et l'alcool bouillant; mais on peut se contenter de l'incinérer et de déterminer par les moyens connus la proportion d'oxyde de fer que ces cendres contiennent, et cette quantité étant obtenue, on peut très-facilement en déduire la somme d'hématosine contenue dans le sang, car les expériences de M. Le Canu nous ont démontré que la proportion de fer était constante dans une même quantité d'hématosine. La quantité d'hématosine étant connue, on pourrait supposer avec quelque fonde-

ment que le poids des globules doit être proportionnel à cette quantité. On pourrait aussi rechercher si le sérum et la fibrine ne contiennent pas quelques traces de fer, et déduire cette quantité de la somme générale. Si l'on veut déterminer la proportion d'albumine contenue dans le sérum, on peut en coaguler par la chaleur une quantité donnée, laver, dessécher, et peser le coagulum.

Certes, les moyens d'investigation que je décris sont d'une extrême simplicité, et l'on peut en quelques jours, avec des connaissances chimiques très-limitées, mener ainsi à fin plusieurs analyses du sang; mais les médecins praticiens sont ordinairement tellement pressés par le temps, qu'il leur faut encore des moyens d'investigation plus rapides; ils se contentent ordinairement d'examiner le sang coagulé le lendemain de la saignée, de voir s'il existe une couenne inflammatoire, de décrire sa couleur, sa consistance, la proportion du caillot, et quelques autres propriétés qui ne peuvent donner que peu de renseignements sur la nature du sang. M. Magendie emploie un moyen qui lui fournit des caractères plus variés. Il reçoit une quantité donnée de sang dans une éprouvette contenant une proportion déterminée d'eau sucrée; il se forme dans le liquide une trame fibrineuse d'apparence très-variable dans les différentes maladies. Ce moyen d'observation est très-simple, il peut être fécond en résultats.

Comparaison du sang contenu dans différents vaisseaux. Cet examen présenterait le plus grand intérêt scientifique, mais il n'est pour ainsi dire qu'ébauché.

Sang artériel comparé au sang veineux. Un grand nombre d'observateurs se sont livrés à cet examen comparatif. Leurs résultats sont assez discordants. Il est cependant quelques propositions générales que l'on peut admettre avec assez de certitude : 1° le sang artériel contient proportionnellement moins d'eau et plus de matières fixes; 2° il contient proportionnellement plus de globules et de fibrine; 3° il contient plus d'oxygène libre proportionnellement à son acide carbonique, et moins de carbone et plus d'oxygène combinés.

Le sang de la *veine porte*, le sang des *vaisseaux capillaires*, le sang placentaire, ont été soumis à des analyses trop peu multipliées pour que l'on puisse être fixé sur leur véritable nature. Les faits connus tendent cependant à faire admettre que le sang de la veine porte offre une proportion de globules plus faible et une proportion d'eau plus forte, et que c'est le contraire pour le sang placentaire.

COMPARAISON DU SANG VEINEUX dans différentes conditions. — Les résultats qu'on peut déduire de cette comparaison sont extrêmement importants. On a vu que : la proportion d'eau est plus faible et la proportion de matières fixes plus forte ; la proportion de sérum plus faible, et la proportion de globules plus forte dans le sang d'homme que dans le sang de femme, dans le sang d'adultes que dans le sang d'enfants ou de vieillards (abstraction faite des premiers jours qui suivent la naissance) ; dans le sang d'individus bien nourris que dans le sang d'individus peu ou mal nourris ; dans le sang d'individus sanguins que dans le sang d'individus lymphatiques du même sexe ; dans le sang d'individus à pouls plein, large, ayant des veines superficielles très-gonflées que dans le sang d'individus à pouls petit, faible, à veines superficielles à peine visibles.

On observe, au contraire, à la suite de pertes utérines, de saignées successives, que la proportion des globules diminue notablement. Ces résultats sont de la plus grande importance, surtout si on admet que les globules ont une action excitante sur le système nerveux beaucoup plus énergique que le sérum.

SANG DES MENSTRUES. — Il a été analysé par M. Denis. Il paraît consister, selon M. Le Canu, en un mélange de sang artériel et de mucosités. M. Donné y a reconnu des globules sanguins, des globules muqueux, des squammes épidermiques. J'ai répété cette analyse sur du sang recueilli avec le plus grand soin, au moyen d'un spéculum ; j'ai trouvé la quantité de mucus beaucoup moins grande que celle indiquée par M. Denis, et la proportion d'eau beaucoup plus considérable.

SANG DES DIVERS ANIMAUX. — La comparaison du sang des divers animaux a révélé des particularités très-intéressantes qui ont surtout été observées par M. Hewson et par MM. Prévost et Dumas. Ces derniers ont vu que les globules sont circulaires dans tous les mammifères ; leur grandeur varie d'un animal à l'autre ; suivant Hewson, les globules n'ont pas tous un égal diamètre dans un même animal, ce qui pourrait servir à expliquer les grandes différences qu'on remarque entre les mesures données par divers observateurs; suivant ce même anatomiste, dans une espèce déterminée d'animaux, les globules changent de dimensions avec l'âge.

Selon MM. Prévost et Dumas, les globules sont elliptiques dans les oiseaux ; ils varient peu de grandeur dans cette classe, et la variation ne porte que sur le grand axe. Ils sont elliptiques dans tous les animaux à sang froid. Une conséquence très-intéressante que ces savants observateurs ont expérimentalement déduite de ces faits, c'est que la transfusion est immédiatement suivie de mort, quand elle s'exécute sur des animaux dont les globules ont une forme différente. Si la forme est la même et les dimensions diffèrent, l'animal n'est qu'imparfaitement relevé, et l'on peut rarement le conserver plus de six jours.

Les globules des mammifères sont remplis, selon M. Donné, d'hématosine et d'un liquide albumineux, remplacé par un noyau solide existant dans le sang des trois autres classes d'animaux vertébrés. Ce noyau incolore qui existe au centre des particules du sang a exactement le même diamètre, quelle que soit d'ailleurs la forme de la particule, et quel que soit l'animal auquel elle appartienne.

Les oiseaux sont les animaux dont le sang est le plus riche en globules ; les mammifères viennent ensuite, et il semblerait que les carnivores en ont plus que les herbivores. Les animaux à sang froid sont ceux qui en possèdent le moins.

M. Barruel a montré que l'acide sulfurique à haute dose, mélangé au sang, en développe singulièrement l'odeur propre, qui est très-différente et souvent particulière pour chaque espèce d'animal. Ces expériences ont été contrôlées par MM. Soubeiran, Couerbe, Denis, etc.

Il est souvent nécessaire de déterminer si du sang appartient à tel ou tel animal. On devra avoir recours d'abord à l'inspection microscopique, et ensuite à l'action de l'acide sulfurique. J'ai souvent examiné ainsi le sang contenu dans les sangsues; j'ai pu distinguer très-nettement le sang qui leur est propre, du sang de veau dont ont les avait gorgées pour les vendre, ou du sang humain qu'elles avaient sucé. J'ai remarqué, qu'après un mois, les globules de sang humain n'étaient que très-peu déformés. Après trois mois, on peut encore fort bien les distinguer; après six mois, ils ont complétement disparu; mais l'acide sulfurique développe encore l'odeur caractéristique du sang humain.

Il est quelquefois d'une grande importance pour le médecin de savoir distinguer les taches de sang sur l'acier et les vêtements des autres taches qui ressemblent à celles-là. M. Orfila a indiqué, pour y parvenir, un moyen aussi simple qu'exact.

USAGES TECHNOLOGIQUES du sang. — Il est employé pour clarifier le sucre et pour fabriquer du prussiate de potasse et du bleu de Prusse.

Sang dans les maladies.

L'étude des altérations du sang dans les maladies est peut-être, dans l'état actuel de la science, le sujet le plus digne des observations du médecin. On s'est contenté jusqu'à présent de décrire, et souvent d'une manière très-imparfaite, les propriétés physiques les plus saillantes du sang pathologique : ainsi, on a distingué des variations de densité, de couleur, de saveur, d'odeur, de consistance. On s'est surtout efforcé de découvrir et de signaler ces différences dans le caillot ; mais l'analyse chimique régulière, mais l'examen mycroscopique comparatif, ne nous ont encore fourni qu'un petit nombre de faits positifs, et cela parce qu'un très-petit nombre d'observateurs jusqu'ici ont absorbé ce sujet difficile; mais les résultats qu'ils ont obtenus, et ceux surtout qu'on peut raisonnablement espérer, engageront, j'en ai la ferme conviction, une foule d'observateurs dans cette voie nouvelle et féconde.

M. Le Canu a réuni, dans son excellente dissertation, tout ce que la chimie nous a appris de positif sur les altérations du sang dans diverses maladies; il y a joint le fruit de ses nombreuses et belles recherches. Il serait superflu de reproduire ces résultats; je me contenterai de consigner les faits nouvellement remarqués, et ceux sur lesquels je pourrai présenter quelques observations.

Sang dans les maladies inflammatoires. M. Le Canu admet que dans ces maladies, la somme des matières fixes du sérum reste sensiblement la même que dans le sang normal, et que la proportion d'eau diminue, et celle des globules augmente. A mon avis, les analyses exécutées sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse en déduire ces propositions générales; en effet, les maladies inflammatoires se présentent sous des formes très-variées, et MM. Le Canu et Denis n'ont analysé du sang dans les maladies inflammatoires que dans un trop petit nombre de circonstances, pour qu'on puisse adopter définitivement des lois aussi générales et aussi importantes, surtout si on se rappelle que M. J. Davy prétend que dans la plupart des phlegmasies, la proportion de fibrine paraît augmenter à mesure que celle des globules diminue. Cette prédominance de la fibrine dans les maladies inflammatoires est un fait qui a été dernièrement vérifié par M. Letellier : il prétend que la quantité que le sang en contient, n'est en rapport ni avec l'âge, ni avec le sexe, ni avec les tempéraments. Cette quantité de fibrine ou diminue rapidement dans les saignées successives, mais non dans la même saignée; quand elle ne dépasse pas 1 pour cent, elle se distribue également dans toutes les parties du caillot; dès qu'il y en a plus de 1 $\frac{1}{2}$, il se forme une couenne inflammatoire. La diminution de la fibrine dans les saignées successives pourrait en quelque sorte rendre compte des effets plus heureux des saignées modérées, pratiquées coup sur coup, que d'une saignée copieuse faite immédiatement.

C'est ici le lieu de parler de cette couenne inflammatoire; bien des mémoires ont été écrits sur ce sujet; on en trouve un résumé exact dans l'*Histoire anatomique des inflammations,* par M. Gendrin, et dans le

Mémoire de M. Moutault (*Journal hebdomadaire*, 1836). On n'est point encore fixé sur la nature chimique de cette formation ; on a admis qu'elle était composée de fibrine et de sérum très-albumineux, et pour le dire en passant, on a remarqué depuis longtemps sa solubilité dans l'eau chargée de nitrate de potasse.

J'ai analysé deux fois la couenne inflammatoire dans des cas de *rhumatisme articulaire aigu,* et j'ai vu qu'elle était formée d'albumine à l'état soluble, de fibrine et de cette matière qui, sous l'influence de l'eau bouillante, se convertit en gélatine. J'ai aussi recherché dans cette maladie le rapport de l'eau aux principes fixes, et j'ai vu que 1,000 parties de sang contenaient 755,324 d'eau, et 224,676 de matières fixes ; la proportion de fibrine humide était de 1, 8 pour cent.

Sang des scorbutiqnes.—Il a été dernièrement examiné par MM. James et Fremy; ils l'ont trouvé peu riche en fibrine et fortement alcalin, de là, sa non-coagulabilité et la facilité extrême qu'a le sang de ces malades de s'extravaser dans tous les tissus.

Sang des diabétiques. — Les recherches bibliographiques de M. Le Canu sur le sang des diabétiques, ne sont pas complètes ; parmi les partisans de l'opinion de l'existence du sucre dans ce sang, il ne cite que Rollo ; Ambrosiani et Maittand avaient annoncé depuis la confirmation de ce fait. M. Guibourt a montré que leurs expériences laissaient beaucoup à désirer ; mais il n'en est pas de même de celles de Mac-Grégor et de celles de M. Guibourt lui-même. L'existence du sucre dans le sang des diabétiques est un fait bien constaté aujourd'hui ; si on ne l'a pas toujours trouvé, c'est que les reins possèdent un pouvoir d'élimination très-considérable.

Sang des cholériques. — L'analyse des liquides des cholériques a révélé plusieurs faits très-importants : 1° la proportion considérable de matières fixes dans le sang ; 2° la présence de l'urée dans ce liquide ; 3° l'analogie des produits des selles et des vomissements avec le sérum du sang. Il suivrait de là que l'épaississement du sang dépendrait de la déviation du sérum par un phénomène exosmosique. Un effet analogue

semble se manifester par l'action de plusieurs substances toxiques sur le canal intestinal.

Sang dans l'entéro-mésentérite typhoïde. — Tous les médecins ont été frappés de l'aspect particulier du sang dans cette maladie; les altérations physiques qu'il éprouve ont été décrites avec le plus grand soin par M. Bouillaud. On a constamment pour le sang des saignées un caillot à surface concave adhérent de toutes parts aux parois du vase qui le contient, se brisant au moindre contact, et la sérosité est déposée dans la concavité du caillot. Pour le sang retiré au moyen des ventouses, on a également des rondelles sans couenne, molles comme du raisiné, noires, diffluentes, et, ce qu'il y a de plus remarquable encore, c'est la différence qu'il y a dans cette maladie entre le sang retiré par la veine, et celui retiré au moyen des ventouses appliquées sur l'abdomen; ce dernier est toujours plus mou, plus noir, plus diffluent que le premier. Un fait que j'ai observé, c'est que le sang coule toujours également après plusieurs applications de ventouses, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à une nouvelle scarification.

M. Le Canu a analysé deux fois seulement le sang de typhoïdes : il a trouvé une proportion moindre de globules; mais pour admettre définitivement ce résultat, il faut des recherches plus étendues, car l'expérience chimique ne justifierait pas pleinement, comme il le dit, les prévisions de la pratique médicale, si on adopte la méthode de traitement suivie par le professeur de la Charité. Lorsqu'on voudra faire l'analyse du sang dans les maladies et surtout dans la fièvre typhoïde, il faudra noter avec le plus grand soin l'époque de l'invasion de la maladie; car on sait que la diète a pour effet de diminuer la somme proportionnelle des globules. J'ai examiné du sang de typhoïde dès le début, et j'ai observé une quantité de matières fixes supérieures à la quantité moyenne.

M. Magendie, dans ses leçons sur le sang, a prouvé que tant que la fibrine existe dans le sang et qu'elle conserve la propriété de se coaguler, la circulation persiste normale dans les vaisseaux capillaires; mais dès que la fibrine est artificiellement soustraite, aussitôt le pas-

sage du sang dans les infiniment petits vaisseaux s'embarrasse, les liquides s'extravasent, les tissus s'engorgent, et finissent par offrir des lésions locales très-prononcées qu'on observe dans les fièvres graves. Cette propriété du sang typhoïde peut rendre compte de la particularité offerte par l'application des ventouses scarifiées.

M. Donné a examiné au microscope le sang dans la fièvre typhoïde, il a vu qu'au lieu d'offrir des globules bien nets et réguliers, se détachant par leur couleur et leurs contours bien définis, ils ont fréquemment une apparence visqueuse, se tenant les uns aux autres par leurs extrémités et s'allongeant en pointe, puis se déformant rapidement et ne présentant bientôt plus que des agglomérations confuses.

Phlegmasia alba dolens. J'ai eu occasion d'examiner une fois le sang dans cette maladie; il était très-remarquable par la proportion minime de substances fixes qu'il contenait; mille p. de ce sang n'en donnèrent que 98,25. Le caillot extrêmement faible, mais nettement formé, nageait dans un sérum très-liquide. Tous les principes fixes de ce sang remarquable par sa pauvreté, avaient simultanément diminué.

Hydropisie de Bright. — Le sang, dans cette maladie, a été examiné par Prout et Bostock, ils y ont constaté la présence d'une matière analogue à l'urée. M. Christison pense que cette substance n'est autre chose que l'urée elle-même, mais on ne la trouve pas toujours. Le sérum est moins dense qu'à l'état normal. Si on le coagule, comme l'a fait M. Martin Solon, par l'acide nitrique au lieu de se prendre en une masse compacte homogène consistante, d'un blanc mat, il se condense en une sorte de magma grisâtre, diffluent, qui perd à la dessiccation beaucoup plus de son volume que le sérum normal.

Si nous cherchons à résumer les moyens nouvellement indiqués pour reconnaître la présence du pus dans le sang, nous verrons avec M. Donné qu'on peut souvent y parvenir en examinant le sang au microscope. Si les globules de pus ne se distinguent pas nettement en additionnant le sang d'ammoniaque, les globules sanguins seront dissous, et les globules purulents apparaîtront à l'état d'isolement. M. Mendl distingue le

pus dans le sang aux caractères différents que présente la fibrine, qu'on extrait du sang pur ou du sang contenant du pus.

Si avant de terminer cette esquisse, qui, dans les circonstances où nous sommes placés, ne peut être qu'incomplète, nous jetons un coup d'œil rapide sur les maladies où le sang a plus particulièrement attiré l'attention des chimistes, nous verrons qu'il est bien constant aujourd'hui que le sang des *ictériques* contient les matières colorantes de la bile; que le sang des *chlorotiques* est pauvre en fibrine et en globules, qui souvent, comme l'a vu M. Donné, sont d'une telle pâleur et d'une telle transparence, qu'ils ne paraissent former aucun relief à la surface du verre quand on les examine au microscope. Si nous comparons les nombreuses observations de *sang laiteux*, nous verrons que le plus souvent dans ces circonstances curieuses les globules rouges paraissent avoir été remplacés par des matières grasses. M. Caventou a eu l'occasion d'examiner un sang dont la lactescence dépendait d'un état particulier de l'albumine.

On voit par ce qui précède, que l'analyse chimique a déjà fourni à la médecine, par l'examen du sang dans diverses maladies, des documents précieux. C'est un jour qui ne fait que commencer à poindre, mais qui promet de briller dans l'avenir du plus vif éclat.